

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-138705

(43)Date of publication of application : 31.05.1996

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/10

(21)Application number : 06-302831

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 10.11.1994

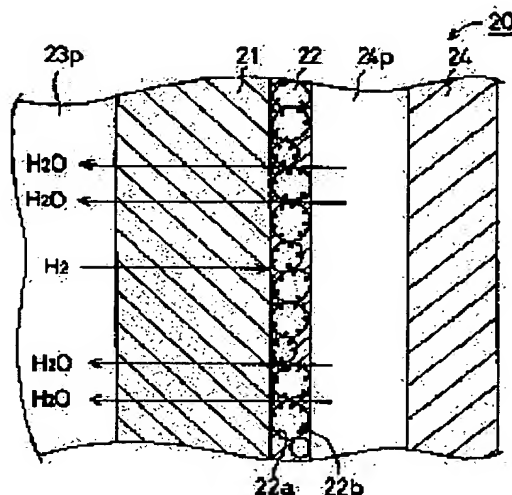
(72)Inventor : KAWAZU NARIYUKI

## (54) FUEL CELL HUMIDIFIER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent drop in power generating capability of a fuel cell by preventing drop in humidifying function caused by hydrogen gas penetrating from a gas flow path side to a water flow path side through a porous film.

**CONSTITUTION:** A hydrogen gas humidifier 20 is constituted with a porous film 21, a catalyst reaction layer 22 formed on its one side surface, and separators 24 which interpose the porous film 21 and the catalyst reaction layer 22 from both sides and form a hydrogen gas flow path 23p and a water flow path 24p respectively. The catalyst reaction layer 22 is formed by dispersing and attaching carbon particles 22b on which platinum 22a is carried on one side surface of the porous film 21. Water in the water flow path 24p permeates the porous film 21 and the catalyst reaction layer 22 according to the difference between the pressure of water flowing in the water flow path 24p and the pressure of hydrogen gas 23p flowing in the hydrogen gas flow path 23p. Hydrogen gas reversely flows from the hydrogen gas flow path 23p side to the catalyst reaction layer 22 through the porous film 21, and the permeated hydrogen gas reacts with oxygen dissolved in water by the action of the platinum 22a and disappears.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-138705

(43) 公開日 平成8年(1996)5月31日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>H 0 1 M 8/04  
8/10

識別記号

K

庁内整理番号

9444-4K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願平6-302831

(22) 出願日

平成6年(1994)11月10日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 河津 成之

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

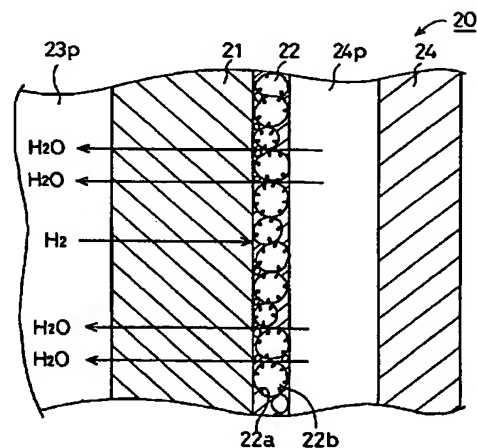
(74) 代理人 弁理士 下出 隆史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池の加湿装置

## (57) 【要約】

【目的】 多孔質膜を介してガス流路側から水流路側に進入する水素ガスに起因して加湿機能が低下するのを防いで、燃料電池の発電能力の低下を防止する。

【構成】 水素ガス加湿器20は、多孔質膜21と、その片側表面に設けられた触媒反応層22と、両者21、22を両側から挟みつつ水素ガス及び水の流路23p、24pを形成するセパレータ24とにより構成されている。触媒反応層22は、白金22aを担持したカーボン粒子22bを多孔質膜21の片側表面に分散付着させたものである。水流路24pを流れる水の圧力と水素ガス流路23pを流れる水素ガスの圧力との差に応じて、水流路24p中の水が多孔質膜21及び触媒反応層22を透過する。一方、水素ガス流路23p側から多孔質膜21を透過して触媒反応層22に水素ガスが逆流するが、この水素ガスは、白金22aの作用により、水中に溶解している酸素と反応して水となり、消滅する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池の電極に供給する燃料ガスを加湿する加湿装置であって、

水の流路と前記燃料ガスの流路とに接し、該水と該燃料ガスとの圧力差に応じて該水を透過する多孔質膜を備え

るとともに、前記多孔質膜の内部または前記水の流路側の表面の少なくとも一方に触媒を設けた燃料電池の加湿装置。

【請求項 2】 燃料電池の電極に供給する燃料ガスを加湿する加湿装置であって、

水の流路と前記燃料ガスの流路とに接し、該水と該燃料ガスとの圧力差に応じて該水を透過する多孔質膜を備え

るとともに、通水性を有し、かつ、触媒を担持する支持体を、前記水の流路中に設けた燃料電池の加湿装置。

【請求項 3】 燃料電池の電極に供給する材料ガスを加湿する加湿装置であって、

水を貯える貯留路と前記材料ガスの流路とに接し、該水と該材料ガスとの圧力差に応じて該水を透過する多孔質膜と、

前記水の貯留路中に滞留するガスの量を検出するガス量検出手段と、

前記滞留したガスを前記貯留路から排気するガス抜き通路と、

該ガス抜き通路を開閉する開閉弁と、

前記ガス量検出手段で検出されたガス量に応じて前記開閉弁を開閉制御する制御手段とを備えた燃料電池の加湿装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、燃料電池の電極に供給する燃料ガスを加湿する燃料電池の加湿装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 燃料電池の一つである固体高分子型燃料電池では、次式に示すように、アノードでは水素ガスを水素イオンと電子にする反応が、カソードでは酸素ガスと水素イオンおよび電子から水を生成する反応が行なわれる。

【0003】 アノード反応： $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

カソード反応： $2H^+ + 2e^- + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O$

【0004】 アノードで発生した水素イオンは、水和状態 ( $H^+ \cdot xH_2O$ ) となって電解質膜中をカソードに移動する。このため、電解質膜のアノード側表面付近では、水が不足する状態となり、上述の反応を連続して行なうには、この不足する水を補給する必要がある。固体高分子型燃料電池に用いられる電解質膜は、湿潤状態で良好な電気伝導性を有するが、含水率が低下すると、電解質膜の電気抵抗が大きくなって電解質として十分に機能しなくなり、場合によっては、電極反応を停止させてしまう。

【0005】 この水の補給は、燃料ガスを加湿することにより行なうのが一般的である。燃料ガスを加湿する装置としては、燃料ガスをバブリングして加湿する装置がよく知られている。ところが、例えば電気自動車に搭載された燃料電池スタックへこのバブリング加湿装置を用いようとする、大容積のバブラーを用意し、電気ヒータで加熱しなければならず、容積、消費エネルギーの点で現実的とはいえない。

【0006】 そこで、他の加湿装置として、四フッ化エチレン樹脂製の多孔質膜を介して燃料ガスを加湿する装置（例えば、特開平 3-269958 号公報）が提案されている。これは、水とガスを多孔質膜をはさんで流し、水の圧力をガスの圧力よりも高くすることにより、圧力差によって、多孔質膜を介して水をガス側に透過させて、しかも、その多孔質膜の表面で水を気化することにより、ガスを加湿しようとするものである。

【0007】 こうした多孔質膜を用いた加湿装置は、固体高分子型燃料電池スタックの内部に組み込んだり、固体高分子型燃料電池スタックの外側に一体として組み付けたりすることが可能であり、加湿部をコンパクト化することができ、さらには、燃料電池の反応に伴う発熱を水の気化の熱として使うことができるので、電気ヒータのような加熱手段を必要とせず、消費エネルギーの点でも優れている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この加湿装置では、多孔質膜を介して水がガス側に透過するばかりでなく、ガスが多孔質膜を介して水側に逆流する現象が生じる。実際、水の圧力がガスの圧力よりかなり大きい場合には、その逆流はほとんど発生しないが、水の圧力とガスの圧力との差圧  $\Delta P$  が小さくなると、その逆流は大きなものとなる。

【0009】 これに対して、多孔質膜は、薄く強度の低いものであることから、大きな圧力がかかると破損し易いという性質があり、この性質を考え合わせると、多孔質膜を介してガスが水側に逆流することはある程度容認せざるを得ない。

【0010】 ガスが水側に漏れ出ると、多孔質膜と水との間にガスの層が生じ、加湿機能を低下させる問題や、水の流路にガスが混入して水の流れを悪化させる問題が生じた。これらの問題は、延いては、その加湿ガスが供給される燃料電池の発電能力を低下させるに至った。

【0011】 この発明の燃料電池の加湿装置は、これら問題に鑑みてなされたもので、加湿機能の低下や、水の流路の流れの悪化を防ぎ、延いては燃料電池の発電能力の低下を防止することを目的としている。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】 このような目的を達成すべく、前記課題を解決するための手段として、以下に示す構成をとった。

【0013】即ち、本発明の第1の燃料電池の加湿装置は、燃料電池の電極に供給する燃料ガスを加湿する加湿装置であって、水の流路と前記燃料ガスの流路とに接し、該水と該燃料ガスとの圧力差に応じて該水を透過する多孔質膜を備えるとともに、前記多孔質膜の内部または前記水の流路側の表面の少なくとも一方に触媒を設けたことを、要旨としている。

【0014】本発明の第2の燃料電池の加湿装置は、燃料電池の電極に供給する燃料ガスを加湿する加湿装置であって、水の流路と前記燃料ガスの流路とに接し、該水と該燃料ガスとの圧力差に応じて該水を透過する多孔質膜を備えるとともに、通水性を有し、かつ、触媒を担持する支持体を、前記水の流路中に設けたことを、要旨としている。

【0015】ここで、燃料ガスとは、燃料電池のアノード電極に供給する水素ガスもしくは水素含有ガスである。

【0016】本発明の第3の燃料電池の加湿装置は、燃料電池の電極に供給する材料ガスを加湿する加湿装置であって、水を貯える貯留路と前記材料ガスの流路とに接し、該水と該材料ガスとの圧力差に応じて該水を透過する多孔質膜と、前記水の貯留路中に滞留するガスの量を検出するガス量検出手段と、前記滞留したガスを前記貯留路から排気するガス抜き通路と、該ガス抜き通路を開閉する開閉弁と、前記ガス量検出手段で検出されたガス量に応じて前記開閉弁を開閉制御する制御手段とを備えたことを、要旨としている。

【0017】ここで、材料ガスとは、燃料電池のアノード電極に供給する水素ガスもしくは水素含有ガスであってもよく、あるいは、カソード電極に供給する酸素含有ガスであってもよい。

【0018】

【作用】以上のように構成された本発明の第1の燃料電池の加湿装置によれば、多孔質膜を透過して水の流路側に現われた燃料ガス中の水素が、多孔質膜の内部または前記水の流路側の表面の少なくとも一方に設けた触媒と接することにより、水中に溶解している酸素と前記水素とが反応して水となる。これにより、多孔質膜と水との間にガス層を形成することがない。

【0019】なお、前記反応に寄与する水は、触媒が多孔質膜の水流路側の表面に設けられている場合、その水流路中の水であり、触媒が多孔質膜の内部に設けられている場合には、水の流路側から燃料ガス側へ移動中の多孔質内の水である。

【0020】本発明の第2の燃料電池の加湿装置によれば、多孔質膜を透過して水の流路側に進入した水素ガスが、水の流路中に設けた支持体に担持させた触媒と接することにより、水中に溶解している酸素と前記水素とが反応して水となる。これにより、水の流路側に進入した水素ガスを除去する。

【0021】本発明の第3の燃料電池の加湿装置によれば、ガス量検出手段で検出した水の貯留路中に滞留するガス量に応じて、制御手段によりガス抜き通路の開閉弁を開閉制御する。これにより、多孔質膜を透過して水の貯留路中に進入した材料ガスをガス抜き通路から逃す。

【0022】

【実施例】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の好適な実施例について説明する。

【0023】図1は、本発明の燃料電池の加湿装置を備えた第1実施例としての固体高分子型燃料電池の発電システム1の概略構成図である。この燃料電池発電システム1は、複数の電池セルからなる燃料電池本体10と、水素ガスを加湿する水素ガス加湿器20と、酸素含有ガス（空気）を加湿する酸素含有ガス加湿器30と、水を貯える共用水タンク40とを備える。

【0024】共用水タンク40は、管路50、加圧ポンプ50Pを介して水素ガス加湿器20と接続され、管路60、加圧ポンプ60Pを介して酸素含有ガス加湿器30と接続され、さらに、管路70、加圧ポンプ70Pを介して燃料電池本体10の冷却部10aと接続されている。したがって、共用水タンク40から水素ガス加湿器20、酸素含有ガス加湿器30および冷却部10aに水が供給される。

【0025】水素ガス加湿器20は、管路80を介して燃料電池本体10のアノード側流路（後述する水素ガス流路15p）の入口10bと接続され、酸素含有ガス加湿器30は、管路90を介して燃料電池本体10のカソード側流路（後述する酸素ガス流路14p）の入口10cに接続されている。したがって、水素ガス加湿器20で加湿された水素ガスは燃料電池本体10のアノード側流路に、酸素含有ガス加湿器30で加湿された酸素含有ガスは燃料電池本体10のカソード側流路に送られる。なお、図中、10dはアノード側流路出口であり、10eはカソード側流路出口である。

【0026】燃料電池本体10の構成について次に説明する。ここでは、簡単なため燃料電池本体10が一つの電池セルから構成されている場合についてまず説明する。図2の構造図に示すように、電池セルは、電解質膜11と、この電解質膜11を両側から挟んでサンドイッチ構造とするガス拡散電極としてのカソード12およびアノード13と、このサンドイッチ構造を両側から挟みつつカソード12およびアノード13とで酸素含有ガスおよび燃料ガスの流路を形成するセパレータ14、15と、セパレータ14、15の外側に配置されカソード12およびアノード13の集電極となる集電板16、17とにより構成されている。

【0027】電解質膜11は、高分子材料、例えばフッ素系樹脂により形成されたイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。カソード12およびアノ

ード 13 は、炭素繊維からなる糸で織成したカーボクロスにより形成されており、このカーボクロスには、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金等を担持したカーボン粉がクロスの隙間に練り込まれている。

【0028】セパレータ 14, 15 は、ち密質のカーボンプレートにより形成されている。カソード 12 側のセパレータ 14 は、カソード 12 の表面とで材料ガスである酸素含有ガスの流路をなすと共にカソード 12 で生成する水の集水路をなす酸素ガス流路 14p を形成する。また、アノード 13 側のセパレータ 15 は、アノード 13 の表面とで燃料ガスである水素ガスと水蒸気との混合ガスの流路をなす水素ガス流路 15p を形成する。集電板 16, 17 は、銅 (Cu) により形成されている。

【0029】これが単セルの基本的な構成であり、実際には、セパレータ 14, カソード 12, 電解質膜 11, アノード 13, セパレータ 15 をこの順に複数組積層して、その外側に集電板 16, 17 を配置することにより、燃料電池本体 10 は構成されている。

【0030】水素ガス加湿器 20 の構成について次に説明する。水素ガス加湿器 20 は、図 3 の構造図に示すように、多孔質膜 21 と、この多孔質膜 21 の片側表面に設けられた触媒反応層 22 と、多孔質膜 21 および触媒反応層 22 を両側から挟みつつ水素ガスおよび水の流路 23p, 24p を形成するセパレータ 23, 24 とにより構成されている。なお、触媒反応層 22 は水の流路 24p を形成するセパレータ 24 側に位置している。

【0031】多孔質膜 21 は、ポリオレフィン系の多孔質のフィルムであって、空孔率が 50 [%] 以上で、平均孔径が 0.05 [ $\mu$ m] 程度のものである。この多孔質膜 21 は、フィルムを境とした両側の圧力差に応じて水を透過するものである。多孔質膜 21 は、例えば、旭化成工業から商品名「ハイポア 1000」として入手することができる。

【0032】触媒反応層 22 は、図 4 に示すように、触媒としての白金 22a を担持したカーボン粒子 22b を多孔質膜 21 の片側表面に分散付着させたものであり、次のようにして多孔質膜 21 上に接着される。

【0033】まず、前記カーボン粒子 22b を適当な溶媒中に分散させて、分散溶液を作り、次いで、多孔質膜 21 を加圧ろ過用ホルダにセットして、その分散溶液を加圧ろ過する。この結果、溶媒のみは多孔質膜 21 を通過し、前記カーボン粒子 22b が多孔質膜表面に残留する。続いて、この状態の多孔質膜 21 の表面に、プロトン導電性固体電解質の溶液（例えば米国アルドリッチ社から販売されているナフィオン 5% 溶液）を少量滴したうえで、ホットプレスする。この結果、プロトン導電性固体電解質の溶液が固化する過程で、いわば接着剤のような役目を果たしながら、前記カーボン粒子 22b は多孔質膜 21 表面に固着される。なお、このプロトン導

電性固体電解質は水も水素も、酸素も通過させるので、たとえ、カーボン粒子 22b の表面が、プロトン導電性固体電解質で覆われたとしても問題ない。

【0034】白金 22a を担持したカーボン粒子 22b は次のような方法で作成されている。塩化白金酸水溶液とチオ硫酸ナトリウムを混合して、亜硫酸白金錯体の水溶液を得る。この水溶液を攪拌しながら、過酸化水素水を滴下して、水溶液中にコロイド状の白金粒子を析出させる。次に担体となるカーボンブラック（例えば Vulcan XC-72（米国の CABOT 社の商標）やデンプンブラック（電気化学工業株式会社の商標））を添加しながら、攪拌し、カーボンブラックの表面にコロイド状の白金粒子を付着させる。次に溶液を吸引ろ過または加圧ろ過して白金粒子が付着したカーボンブラックを分離した後、脱イオン水で繰り返し洗浄した後、室温で完全に乾燥させる。次に、凝集したカーボンブラックを粉砕器で粉砕した後、水素還元雰囲気中で、250℃～350℃で 2 時間程度加熱することにより、カーボンブラック上の白金を還元するとともに、残留していた塩素を完全に除去して、白金触媒が完成する。

【0035】なお、この実施例では、白金触媒の担持量は、多孔質膜 1cm<sup>2</sup> 当たり、白金重量で 0.01mg となっている。この白金重量はガスが多孔質膜 21 を介して水側に逆流しやすい場合には（つまり水の圧力とガス圧力との差圧  $\Delta P$  が小さいほど）多くする。また、同じ差圧であれば、単位面積当たりの加湿量の多い多孔質膜を用いる場合は白金重量を多くする。つまり、それぞれの加湿装置の構成条件、運転条件に応じて白金重量の最適値を決めればよい。また、実施例では、触媒として白金を用いていたが、これに換えて、白金と他の金属からなる合金を用いた構成としても構わない。さらに、実施例では、担持体として、カーボン粉を用いていたが、これに換えて、シリカ粉、チタニア粉、アルミナ粉などを用いた構成としても構わない。

【0036】セパレータ 23, 24 は、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質のカーボンプレートにより形成されている。セパレータ 23, 24 の多孔質膜 21 側の表面には、平行に配列された複数の凸部が設けられており、複数の凸部と多孔質膜 21 とで複数の水素ガス流路 23p および水流路 24p を形成する。また、セパレータ 23, 24 と多孔質膜 21 とは、リング 25, 26 によりシールされており、また、多孔質膜 21 の長手方向の両側はシール部材 27, 28 によりシールされている。

【0037】なお、実施例ではセパレータ 23 をガス不透過カーボンにより形成したが、水素ガスに侵されない材質かつ熱伝導性に優れている材質であれば如何なる材質により形成しても構わない。また、セパレータ 24 は水に対して安定な材質でかつ熱伝導性に優れている材質であれば如何なる材質により形成しても構わない。

【0038】こうして構成された水素ガス加湿器 20 の水素ガス流路 23 p の入口は、図示しない改質器と接続されており、その水素ガス流路 23 p の出口は、前述した管路（燃料電池本体 10 のアノード側流路入口 10 b に至る管路）80 と接続されている。また、水素ガス加湿器 20 の水流路 24 p の入口は、共用水タンク 40 に至る管路 50 と接続されており、その水流路 24 p の出口は、閉塞されている。この結果、水流路 24 p を流れる水の圧力と水素ガス流路 23 p を流れる水素ガスの圧力との差に応じて、図 4 に示すように、水流路 24 p 中の水が多孔質膜 21 および触媒反応層 22 を透過する。この透過した水は、多孔質膜 21 の表面で気化して水素ガス流路 23 p を流れる水素ガスを加湿する。

【0039】酸素含有ガス加湿器 30 は、前述した水素ガス加湿器 20 から触媒反応層 22 を除いた構成、即ち、電解質膜をセパレータで挟んだ構成であり、ここでは、詳しい説明は省略する。この酸素含有ガス加湿器 30 により、水側の圧力と酸素含有ガス側の圧力との差に応じて水が多孔質膜 121 を透過する。この透過した水は、その多孔質膜表面で気化して酸素含有ガスを加湿する。

【0040】こうして構成された燃料電池発電システム 1 は、上述した化学反応により化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換するが、水素ガス加湿器 20 および酸素含有ガス加湿器 30 で加湿された水素ガスおよび酸素含有ガスにより、この化学反応がスムーズに行なわれている。

【0041】すなわち、燃料電池本体 10 のアノード 13 では、水素が水素イオンと電子となる反応が行なわれ、生じた水素イオンが、アノード 13 付近の水と結合して水和状態となって電解質膜 11 内を移動する。このため、そのままでは電解質膜 11 のアノード 13 付近で水が不足するが、この不足は、水素ガスと水蒸気との混合ガス中の水蒸気により補給される。この結果、電解質膜 11 は常に湿潤状態となり、水素イオンは電解質膜 11 内をスムーズに移動することができ、陰極反応がスムーズに行なわれる。カソード 12 では、水素イオンと電子と酸素とにより水を生成する反応が行なわれる。酸素含有ガスと水蒸気の混合ガス中の水蒸気は、電解質膜 11 の湿潤状態を確保する役目を果たしている。

【0042】以上詳述したように、この第 1 実施例の燃料電池発電システム 1 では、燃料電池に供給する水素ガスを水素ガス加湿器 20 で加湿している。この水素ガス加湿器 20 では、多孔質膜 21 の表面に触媒反応層 22 が設けられていることから、図 4 に示すように、水素ガス流路 23 p 側から多孔質膜 21 を透過して触媒反応層 22 に達した水素ガスは、ここで白金 22 a の作用により、水中に溶解している酸素と反応して水となる。これにより、水素ガス流路 23 p 側から水流路 24 p 側に逆流した水素ガスにより多孔質膜 21 と水との間にガス層

が形成されるということを防ぐことができる。なお、反応して生成された水は、水流路 24 p 側に存在している水と混合されることから何の悪影響も与えない。

【0043】したがって、そのガス層により加湿機能が低下するのを防止することができ、延いては、燃料電池本体 10 の発電能力の低下を防止することができる。

【0044】本発明の第 2 実施例について次に説明する。図 5 は、第 2 実施例の水素ガス加湿器に用いられる多孔質膜 121 の模式図である。図 5 に示すように、この第 2 実施例の水素ガス加湿器は、第 1 実施例の水素ガス加湿器 20 と比較して、触媒反応層 22 がなく、それに換えて、多孔質膜 121 の内部に、触媒としての白金 122 a を担持したシリカ粒子 122 b を有するものである。

【0045】前記シリカ粒子 122 b は多孔質膜 121 の内部に次のようにして形成される。まず、無機充填物であるシリカ粒子の表面に白金を担持し、次いで、この無機充填物を用いて、膜を成膜し、膜の内部に白金が担持された状態にする。白金触媒の担持量は多孔質膜 1 cm<sup>2</sup> あたり白金重量で 0.01 mg とすればよい。

【0046】なお、前記無機充填物には、この実施例のようにシリカ粉が使われているが、これに換えて、チタニア粉や、アルミナ粉も使えるし、コストを気にしないのであれば、ジルコニア粉や窒化ホウ素粉や窒化アルミニウム粉を使うこともできる。こうした粉末表面に白金触媒を担持する方法は、広く一般に行なわれており、ここでは詳しい説明は省略する。

【0047】こうした構成の第 2 実施例の水素ガス加湿器では、触媒である白金 122 a を担持するシリカ粒子 122 b が多孔質膜 121 の内部に設けられていることから、水素ガス流路側から多孔質膜 121 を透過して水流路側に到達しようとする水素ガスは、多孔質膜 121 の内部を通過する途中で、白金 122 a の作用により、水流路側から膜流路側に至る正常の流れの水の中に溶解している酸素と反応して水になる。これにより、第 1 実施例と同様に、水素ガス流路 23 p 側から水流路 24 p 側に逆流した水素ガスにより多孔質膜 21 と水との間にガス層が形成されるということを防ぐことができる。したがって、第 1 実施例と同様に、そのガス層により加湿機能が低下するのを防止することができ、延いては、燃料電池本体 10 の発電能力の低下を防止することができる。

【0048】本発明の第 3 実施例について次に説明する。図 6 は、この第 3 実施例としての燃料電池発電システム 201 の概略構成図である。この燃料電池発電システム 201 は、第 1 実施例の燃料電池発電システム 1 と比較して、図 6 に示すように、水素ガス加湿器 220 の構成と、共用水タンク 40 と水素ガス加湿器 20 を結ぶ管路 50 に後述するホルダ 300 を設けた点が相違し、その他の構成については同一である。なお、同一のパー



ツには第 1 実施例と同じ符号を付けた。

【0049】この実施例の水素ガス加湿器 220 は、第 1 実施例の水素ガス加湿器 20 において触媒反応層 22 を除いた構成、即ち、多孔質膜 21 だけをセパレータ 23、24 により挟んだ構成を備える。

【0050】ホルダ 300 について次に説明する。図 7 はホルダ 300 の斜視図、図 8 はホルダ 300 を分解した分解斜視図である。両図に示すように、ホルダ 300 は、互いに重ねた 2 枚のサポートスクリーン 301、302 の片側表面に、触媒としての白金を担持した膜体 303 を設け、これらを、2 枚のパッキング 304、305 によりシール性を高めつつ内側ボディ 306 と外側ボディ 307 との間に挟み込む。そして、これらをロックナット用ガスケット 308 を介してロックナット 309 により締め付けたものである。なお、内側ボディ 306 および外側ボディ 307 には貫通孔が設けられており、こうした構成により、ホルダ 300 は流路の途中に膜体 303 を保持する働きをする。

【0051】膜体 303 は、ポリエステルの不織布であり、厚さ 150 [ $\mu\text{m}$ ] 程度のものであり、水の通過を阻害しない程度の通水性を備える。この膜体 303 には、片側の表面（勿論、両側でも構わない）に白金が担持されている。なお、白金の担持量は、膜体 303 の 1 [ $\text{cm}^2$ ] あたり、白金重量で 0.05 [ $\text{mg}$ ] 程度である。なお膜体 303 はポリエステル系のほか、ポリエチレン系、ポリプロピレン系、ポリアミド系、ポリスルホン系の不織布であってもよい。

【0052】こうした構成のホルダ 300 は、共用水タンク 40 と水素ガス加湿器 20 を結ぶ管路 50 の間、特にこの実施例では、加圧ポンプ 50P と水素ガス加湿器 20 との間の管路 50 に配設されている。

【0053】以上詳述したように、この第 3 実施例の燃料電池発電システム 201 では、燃料電池に供給する水素ガスを水素ガス加湿器 220 で加湿しているが、この加湿の際、多孔質膜 21 を介して水素ガス流路側から水流路側へ水素ガスが進入する。その水素ガスは、その後、水素ガス加湿器 220 から管路 50 を経由して共用水タンク 40 の方向に進むが、その際にホルダ 300 に設けられた膜体 303 の白金と接することにより、水中に溶解している酸素と反応して水となる。これにより、管路 50 に進入した水素ガスを除去することができる。

【0054】従来、そうした管路に進入した水素ガスは、その管路の水の流れを悪化させたり、共用水タンクに進入して共用水タンクから、再び水素ガス加湿器の水流路に混入したり、あるいは、酸素含有ガス加湿器の水流路に混入したりして、両加湿器の加湿機能の低下に結びつくが、これに対して、この実施例の燃料電池発電システム 201 では、前述したように管路 50 に進入した水素ガスを除去することができることから、水素ガス加湿器 220 および酸素含有ガス加湿器 230 の加湿機能

の低下を防止することができ、延いては、加湿がなされる燃料電池本体 10 の発電能力の低下を防止することができる。

【0055】なお、前記第 3 実施例において、ホルダ 300 を、水素ガス加湿器 220 の水流路 24p の出口側の集合管に設けた構成としてもよい。

【0056】本発明の第 4 実施例について次に説明する。図 9 は、この第 4 実施例としての水素ガス加湿システムの概略構成図である。図 9 に示すように、この水素ガス加湿システム 401 は、加湿器本体 410 を中心に備える。加湿器本体 410 は、多孔質膜 421 と、この多孔質膜 421 を挟んで一方に水素ガスの流路 423p を、他方に水流路 424p を形成する部材 423、424 とにより構成されている。

【0057】部材 423 により形成される水素ガス流路 423p は、改質器から燃料電池本体に至る管路 430 の途中に配管されており、また、部材 424 により形成される水流路 424p は、入口側が、加圧ポンプ 440 を介して水タンク 450 と接続され、出口側は閉塞されている。さらに、この水流路 424p には制御バルブ 460 の設けられたガス抜き管路 470 が接続されている。なお、この出口側が入口側に対して上部に位置するように、加湿器本体 410 の配置が定められている。

【0058】また、この水素ガス加湿システム 401 は、管路 470 の加湿器本体 410 から制御バルブ 460 までの間に設けられ、水流路 424p の液面の高さを検出する水位センサ 480 と、水位センサ 480 に電気的に接続される電子制御ユニット 490 とを備える。

【0059】電子制御ユニット 490 は、周知の CPU、ROM、RAM 等を備えたマイクロコンピュータから構成され、水位センサ 480 からの検出信号に応じて制御バルブ 460 を開閉制御する。詳しくは、電子制御ユニット 490 の ROM には所定のプログラムが予め記憶されており、そのプログラムに従って電子制御ユニット 490 は制御バルブ 460 の開閉制御を行なっている。

【0060】電子制御ユニット 490 の CPU により実行される制御バルブ開閉処理について、図 10 のフローチャートに沿って説明する。図 10 に示すように、CPU は、まず、水位センサ 480 の検出信号を取り込み（ステップ 500）、その検出信号から示される水位が予め定めた所定水位を下回っているか否かを判定する（ステップ 510）。ここで、その水位が所定水位を下回ったと判定されると、水流路 424p には所定量以上のガスが貯えられたものとして、制御バルブ 460 に制御信号を送って制御バルブ 460 を開状態に制御する（ステップ 520）。

【0061】一方、ステップ 510 でその水位が所定水位を上回っていると判定されたときには、ステップ 520 を飛ばして、制御バルブ 460 を閉状態のままにして

おく。こうしてこのルーチンで示す処理を一旦終える。

【0062】以上のように構成された水素ガス加湿システム401では、多孔質膜421を介して水素ガス流路423p側から水流路424p側に進入した水素ガスの量が所定量以上に達すると、制御バルブ460を開状態とすることで、水流路424pに滞留した水素ガスをガス抜き管路470からリークしている。なお、図示はしなかったが、このリークしたガスは集めて水素ガス系統側に戻される。

【0063】したがって、多孔質膜421を透過して水素ガス流路423p側から水流路424p側に進入した水素ガスにより多孔質膜421と水との間にガス層が形成されるということを防ぐことができる、この結果、第1実施例と同様に、ガス層により加湿機能が低下するのを防止することができ、延いては、この水素ガス加湿器410で加湿がなされる燃料電池本体の発電能力の低下を防止することができる。

【0064】なお、この第4実施例では、水素ガス加湿システムとして、燃料電池のアノードに供給する水素ガスを加湿する構成としていたが、これに換えて、燃料電池のカソードに供給する酸素含有ガスを加湿する構成としてもよい。即ち、ガス流路423pには水素ガスに換えて酸素含有ガスを流す構成とする。この構成によっても、第4実施例と同様に、ガス層により加湿機能が低下するのを防止することができる。

【0065】前述した実施例に換えて、最も簡単に、多孔質膜と水流路との間にガス層が形成されるのを防ぐ構成について次に説明する。その構成を示すのが図11の構成図である。図11に示すように、この水素ガス加湿器600は、多孔質膜621と、この多孔質膜621を両側から挟みつつ水素ガスおよび水の流路623p、624pを形成するセパレータ623、624とを備えた上で、水流路624pが水素ガス流路623pに対して上側となるように配置されている。

【0066】図12には望ましくない例を示した。この図12に示すように、水流路が水素ガス流路に対して下側に来ると、水素ガス流路側から多孔質膜を通過して水流路側に進入したガスが水流路と多孔質膜の間に滞留し（図中、Gにガスが滞留）、この為、水が多孔質膜に触れることが出来なくなり、結果として、内部加湿機能が働かなくなる恐れがある。

【0067】これに対して、この実施例では、水流路624pが水素ガス流路623pに対して上側となるように配置されていることから、水素ガス流路623p側から多孔質膜621を通過して水流路624p側に進入したガスは、水流路624pの上側（多孔質膜621と反対の側）に溜まり、そのガスが水流路624pと多孔質膜621の間に滞留することがない。このため、そのガスに起因する加湿機能の低下を防止することができ、延いては、加湿がなされる燃料電池の発電能力の低下を防

止することができる。

【0068】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、例えば、多孔質膜を、ポリオレフィン系のフィルムに換えてセルロース系、ポリアミド系、ポリスルホン系、ポリプロピレン系等のフィルムとした構成等、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0069】

【発明の効果】以上説明したように請求項1記載の燃料電池の加湿装置では、多孔質膜の内部または水の流路側の表面の少なくとも一方に設けた触媒により、多孔質膜を透過して水の流路側に現われた水素ガスを水に変化させることができる。このため、その水素ガスに起因する加湿機能の低下を防止することができ、延いては、加湿がなされる燃料電池の発電能力の低下を防止することができる。

【0070】請求項2記載の燃料電池の加湿装置では、水の流路中に配置された触媒により、多孔質膜を透過して水の流路側に進入した水素ガスを水に変化させることができる。このため、水の流路側に進入した水素ガスを除去することができる。従って、その水素ガスに起因する加湿機能の低下を防止することができ、延いては、加湿がなされる燃料電池の発電能力の低下を防止することができる。

【0071】請求項3記載の燃料電池の加湿装置では、多孔質膜を透過して水の貯留路中に進入したガス量が多くなると、外部に排気することができる。このため、そのガスに起因する加湿機能の低下を防止することができ、延いては、加湿がなされる燃料電池の発電能力の低下を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の燃料電池の加湿装置を備えた第1実施例としての固体高分子型燃料電池の発電システム1の概略構成図である。

【図2】燃料電池本体の電池セルの構造図である。

【図3】水素ガス加湿器20の構造図である。

【図4】触媒反応層22周辺の模式図である。

【図5】第2実施例の水素ガス加湿器に用いられる多孔質膜121の模式図である。

【図6】第3実施例としての燃料電池発電システム201の概略構成図である。

【図7】第3実施例で用いられるホルダ300の斜視図である。

【図8】ホルダ300の分解斜視図である。

【図9】第4実施例としての水素ガス加湿システムの概略構成図である。

【図10】電子制御ユニット490により実行される制御バルブ開閉処理を示すフローチャートである。

【図11】他の実施例の水素ガス加湿器600の構造図



である。

【図 12】望ましくない比較例の構造図である。

【符号の説明】

1…燃料電池発電システム

10…燃料電池本体

10a…冷却部

10b…アノード側流路入口

10c…カソード側流路入口

11…電解質膜

12…カソード

13…アノード

14…セパレータ

14p…酸素ガス流路

15…セパレータ

15p…水素ガス流路

16, 17…集電板

20…水素ガス加湿器

21…多孔質膜

22…触媒反応層

22a…白金

22b…カーボン粒子

23…セパレータ

23p…水素ガス流路

24…セパレータ

24p…水流路

25, 26…Oリング

27, 28…シール部材

30…酸素含有ガス加湿器

40…共用水タンク

50…管路

50P…加圧ポンプ

60…管路

60P…加圧ポンプ

70…管路

70P…加圧ポンプ

80, 90…管路

121…多孔質膜

122a…白金

122b…シリカ粒子

05 201…燃料電池発電システム

220…水素ガス加湿器

230…酸素含有ガス加湿器

300…ホルダ

301, 302…サポートスクリーン

10 303…膜体

304, 305…パッキング

306…内側ボディ

307…外側ボディ

308…ロックナット用ガスケット

15 309…ロックナット

401…水素ガス加湿システム

410…加湿器本体

410…水素ガス加湿器

421…多孔質膜

20 423, 424…部材

423p…水素ガス流路

424p…水流路

430…管路

440…加圧ポンプ

25 450…水タンク

460…制御バルブ

470…管路

480…水位センサ

490…電子制御ユニット

30 600…水素ガス加湿器

621…多孔質膜

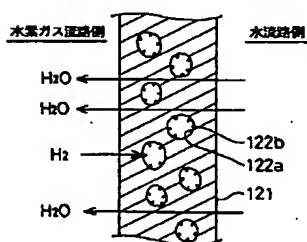
623, 624…セパレータ

623p…水素ガス流路

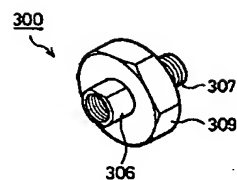
624p…水流路

35

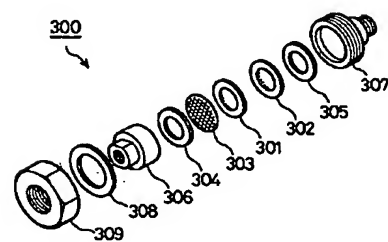
【図 5】



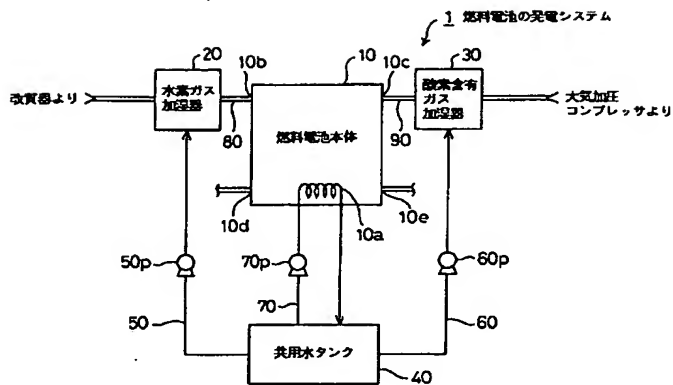
【図 7】



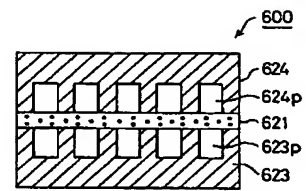
【図 8】



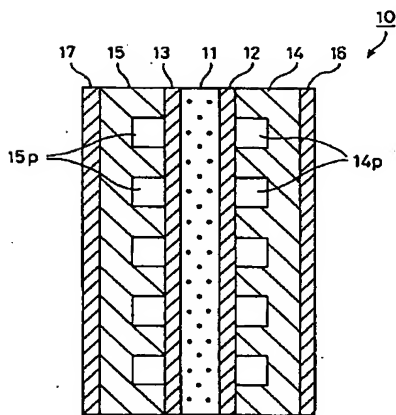
【図 1】



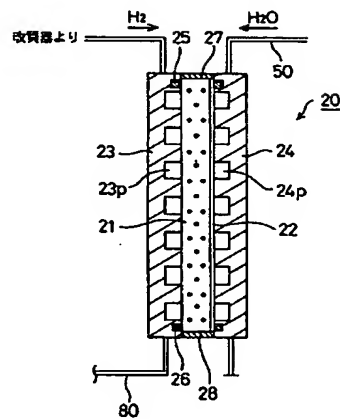
【図 1 1】



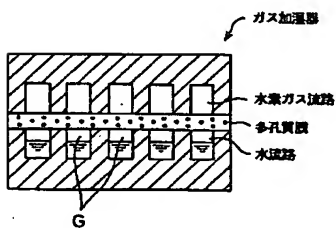
【図 2】



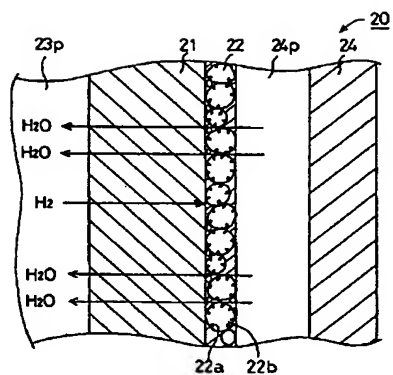
【図 3】



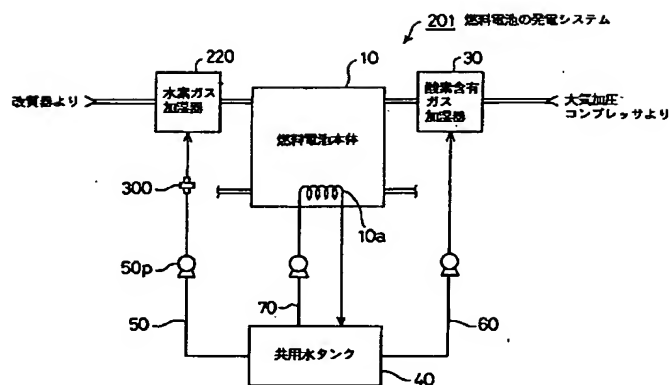
【図 1 2】



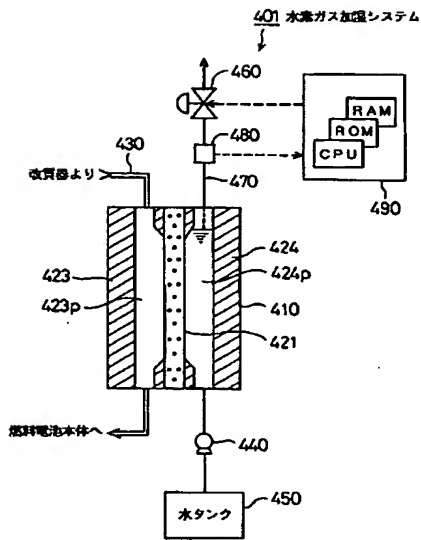
【図 4】



【図 6】



【図 9】



【図 10】

